

# ETUDE DE L'ECOULEMENT MOYEN ANNUEL DANS LE NORD DE L'ALGERIE : PROPOSITION DE FORMULES D'ESTIMATION DU DEBIT MOYEN ANNUEL

M. MEDDI

Chargé de cours à l'Ecole Nationale de l'Hydraulique (ENSH) Blida

## Résumé

Dans ce travail, nous avons établi trois modèles statistiques pour estimer le débit liquide moyen annuel au niveau des sites dépourvus de stations hydrométriques. Pour cela, le débit moyen annuel, la surface, la pluie moyenne annuelle et le relief de 63 bassins versant du Nord de l'Algérie ont été utilisés.

**Mots clés :** débit moyen annuel • bassin versant • modèles statistiques.

## 1 INTRODUCTION

Les études hydrologiques d'un aménagement d'un bassin versant se heurtent très souvent à l'absence de mesures de débits liquides au niveau des sites de projets.

La détermination des apports liquides, dans le cas d'un barrage par exemple, est primordiale au dimensionnement de cet ouvrage.

Jusque là, des méthodes empiriques généralement utilisées ont été établies sous des climats différents du notre.

L'écoulement dépend de plusieurs facteurs tels que : la pluviométrie, la nature géologique du bassin, le relief, l'étendue du bassin [2].

Dans cette optique, nous avons estimé utile d'établir une expression d'estimation de débit moyen annuel en fonction des paramètres disponibles de 63 bassins versants Algériens.

## 2 CONSTITUTION DE L'ECHANTILLON

Pour chaque station hydrométrique, nous avons constitué un échantillon de débits moyens annuels. En plus de la variable expliquée, on a retenu les variables suivantes : la pluie moyenne annuelle de chaque bassin versant en mm, la superficie en km<sup>2</sup>, l'altitude minimale en m et l'altitude maximale en m.

Après avoir classé par ordre décroissant la série, selon la superficie, on a découpé l'échantillon en trois groupes :

- 1er Groupe  $S \geq 1500 \text{ km}^2$
- 2ème Groupe  $300 \leq S < 1500 \text{ km}^2$
- 3ème Groupe  $S < 300 \text{ km}^2$

Le choix a été basé également sur la disponibilité des données hydrométriques et pluviométriques.

## 3 VARIABLES PRISES EN COMPTE DANS L'ETUDE

Les variables et leurs caractéristiques statistiques sont consignées dans le tableau n°1.

	Q(m <sup>3</sup> /s)	P(mm)	S(km <sup>2</sup> )	Hmin(m)	Hmax(m)	(Hmax-Hmin)/2	P0.5	Log S
Valeur minimale	0.02	67.50	16.00	10.00	563.00	205.00	8.20	1.20
Valeur maximale	26.25	932.90	8735.00	1060.00	2326.00	1142.50	30.50	3.94
Valeur moyenne	2.62	461.86	1471.79	369.33	352.82	605.97	21.02	2.84
Ecart type	4.49	189.65	1784.22	291.48	352.82	183.81	4.49	0.59
Coefficient de variation	1.72	0.41	1.21	0.79	0.22	0.30	0.21	0.21

Tableau 1 : Caractéristiques statistiques des variables [1], [4].

Q : débit liquide moyen annuel en m<sup>3</sup>/s

P : pluie moyenne annuelle en mm

S : surface du bassin versant en km<sup>2</sup>

Hmin : altitude minimale du bassin versant en m

Hmax : altitude maximale du bassin versant en m

Toutes les variables ont subi une transformation afin de les linéariser.

Pour établir les expressions explicatives du débit moyen annuel, nous avons utilisé la régression multiple (pas-à-pas) [1 et 4].

#### 4 RESULTATS

Après avoir effectué plusieurs essais sur l'échantillon retenu, nous avons abouti aux expressions suivantes (pour chaque groupe) :

**Groupe n°1**  $S \geq 1500 \text{ km}^2$

$$\text{Log } Q = 0.062 P^{0.5} + 0.973 \text{ Log } S + 97 \cdot 10^{-5} \frac{(\text{max-Hmin})}{2} - 4.85$$

$$R_2 = 0.85 \quad R = 0.93$$

**Groupe n°2**  $300 \leq S < 1500 \text{ km}^2$

$$\text{Log } Q = 0.079 P^{0.5} + 0.846 \text{ Log } S + 93 \cdot 10^{-5} \frac{(\text{Hmax-Hmin})}{2} - 4.58$$

$$R^2 = 0.66 \quad R = 0.85$$

**Groupe n°3**  $S < 300 \text{ km}^2$

$$\text{Log } Q = 0.069 P^{0.5} + 1.14 \text{ Log } S - 11 \cdot 10^{-5} \frac{(\text{Hmax-Hmin})}{2} - 4.25$$

$$R^2 = 0.84 \quad R = 0.93$$

Log : Logarithme décimal,

R<sup>2</sup> : Coefficient de détermination,

R : Coefficient de corrélation.

Ces expressions sont calculées au seuil de 5%.

A partir de ces relations, on peut dire que la pluviométrie moyenne annuelle, la superficie et le relief représentés par l'altitude maximale et minimale expliquent la majeure partie des variations spatiales des débits mesurés aux exutoires des bassins versants étudiés.

La pluie moyenne annuelle explique une bonne partie de la variance de débits.

Celle-ci rend compte de son influence directe sur l'écoulement [3].

La surface représente l'étendue qui reçoit les apports atmosphériques et celui producteur (Sol) de l'écoulement.

Le relief a une influence directe sur les volumes écoulés par dénivelée. Plus le relief est raide plus l'écoulement est rapide donc, il augmente le débit et favorise moins l'infiltration et l'évapotranspiration.

D'autres facteurs tels que : la température, la lithologie, le couvert végétal, la présence de nappes, n'ont pas été pris en considération vu l'étendue du champ d'étude (l'Algérie du Nord).

Les facteurs liés aux caractéristiques des bassins versants : l'indice de pente Roche, la longueur du thalweg principal, la densité de drainage, l'indice de capacité ont été étudiés, mais leurs contributions n'a pas été significative [2].

Les figures 1, 2 et 3 montrent l'allure du nuage de point entre les valeurs observées et estimées des trois groupes.

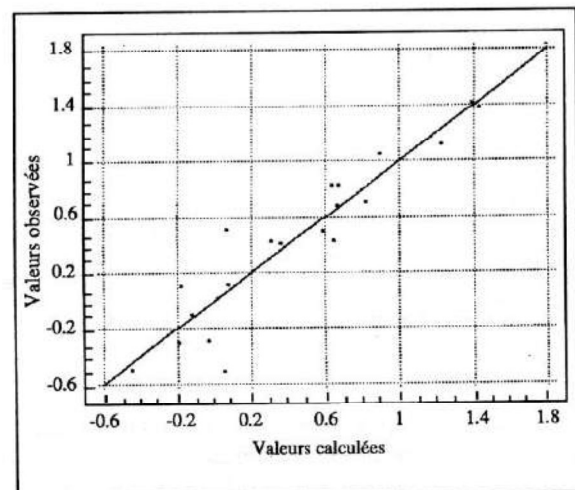


Figure 1 : Valeurs observées et calculées (Groupe 1).

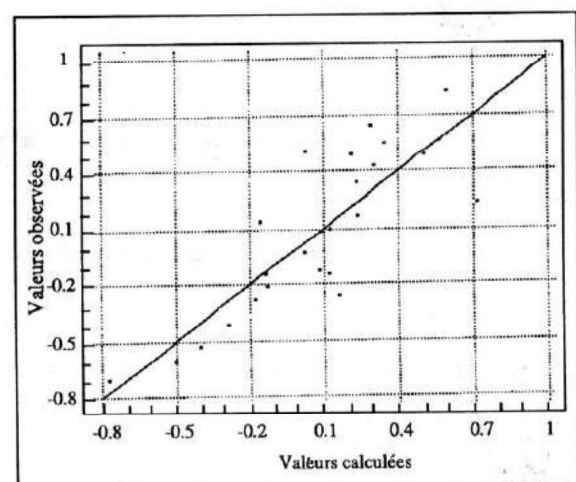


Figure 2 : Valeurs observées et calculées (Groupe 2).

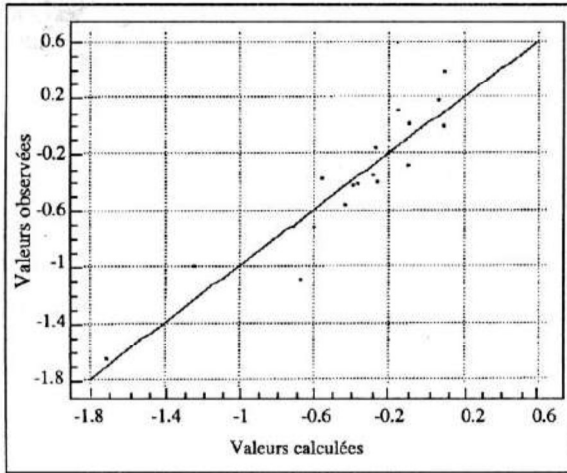


Figure 3 : Valeurs observées et calculées (Groupe 3).

La distribution des résidus (Figure 4, 5 et 6) suit une loi normale de Gauss.

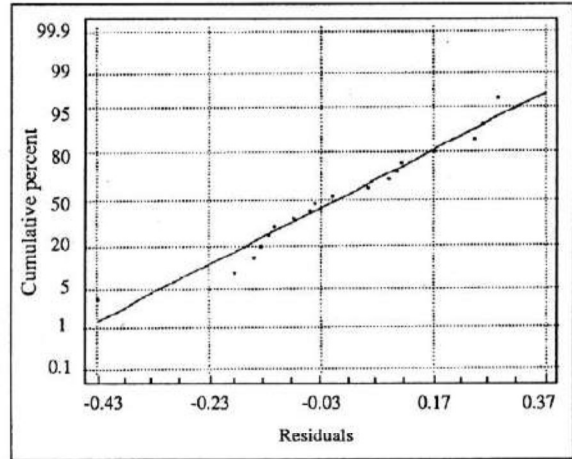


Figure 6 : Distribution des résidus (loi normale) Groupe 3.

Les figures 7, 8 et 9 donnent l'intervalle de confiance à 95% sur les valeurs calculées par les trois modèles.

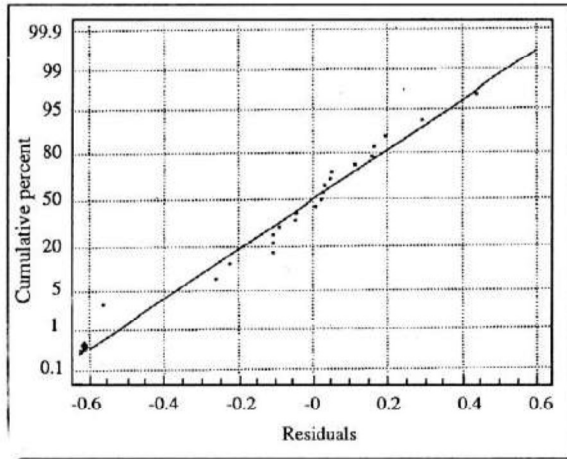


Figure 4 : Distribution des résidus (loi normale) Groupe 1.

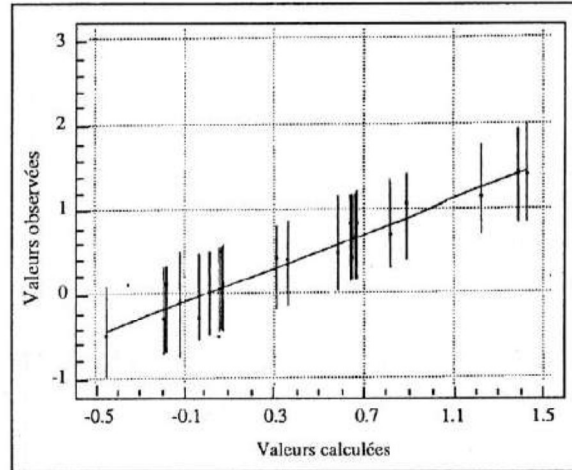


Figure 7 : Intervalle de confiance à 95% sur les valeurs calculées (Groupe 1).

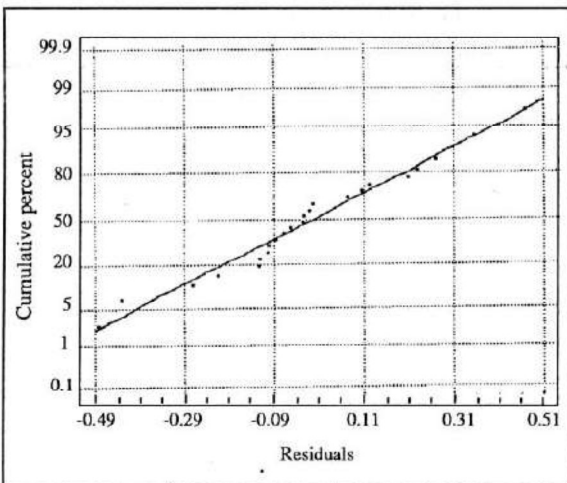


Figure 5 : Distribution des résidus (loi normale) Groupe 2.

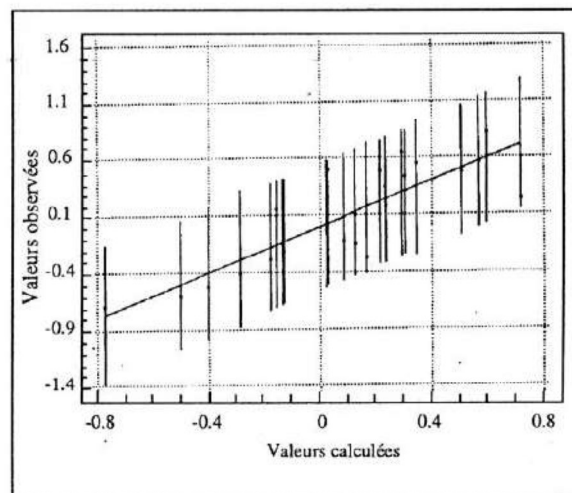


Figure 8 : Intervalle de confiance à 95% sur les valeurs calculées (Groupe 2).

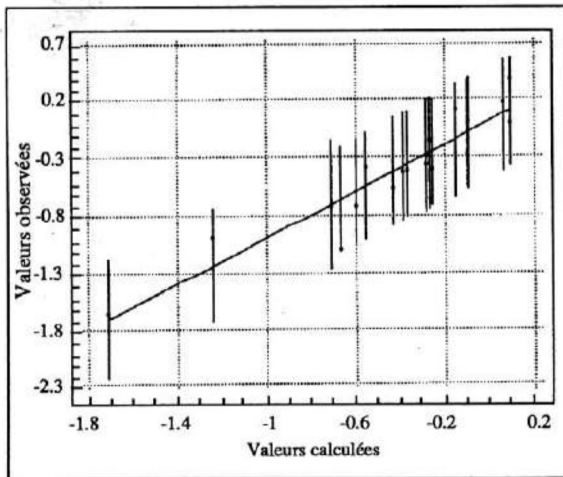


Figure 9 : Intervalle de confiance à 95% sur les valeurs calculées (Groupe 3).

## 5 CONCLUSION

Les expressions retenues mettent en lumière les quatre variables explicatives du débit moyen annuel : la pluie moyenne annuelle, la superficie, l'altitude minimale et l'altitude maximale. Ces quatre paramètres expliquent 85%, 66% et 84% de la variance totale du débit moyen annuel pour les trois groupes respectivement.

L'application de ces modèles doit être faite avec

prudence, car les variables explicatives prises en compte ne conditionnent pas à elles seules l'écoulement annuel.

L'homogénéité de la pluie ou de la lithologie pour une unité donnée peuvent facilement donner des résultats différents. Donc une application d'une des trois relations pour un bassin versant semblable à celui où les mesures sont absentes, est nécessaire afin d'établir l'ordre de grandeur de l'erreur. La valeur de cette dernière permet une appréciation plus au moins juste de l'erreur commise sur la valeur calculée par l'une des trois formules au niveau du site dépourvu de station de jaugeage.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] N.R Draper & H. Smith : "Applied regression analysis". 2nd Ed. Wiley, New York 1981.
- [2] J. Humbert : "Intérêt de la densité de drainage pour régionaliser les données hydrométriques en zone montagneuse". Proceeding of two Lausanne symposia, august 1990, IAHS Publ. n°193, 1990.
- [3] M. Meddi : "Etude de l'écoulement annuel dans le nord de l'Algérie". 1995.
- [4] R. Tomassone : "Comment interpréter les résultats d'une régression linéaire"? Institut technique des céréales et des fourrages (France).

## DANS LE PROCHAIN NUMERO :

✓ Contribution à l'étude de la stabilité des structures sur fondations élastiques

Par : B. TILIOUINE & M.S GOUAL

✓ Rehausseur thermique pour bassin de lagunage

Par : H. CORTES, R. JAUBERTHIE,  
M. TEMIMI & M. LAQUERBE

✓ Prévision de l'envasement dans la retenue du barrage d'Ighil-Emda

Par : B. REMINI, J.M AVENAR  
& A. KETTAB

✓ Modèle de rafraichissement des locaux d'habitation par plancher hydraulique

Par : Y. BOUKEZZI, A. MOKHTARI  
& G. ACHARD